

Redes Locais (LANs):

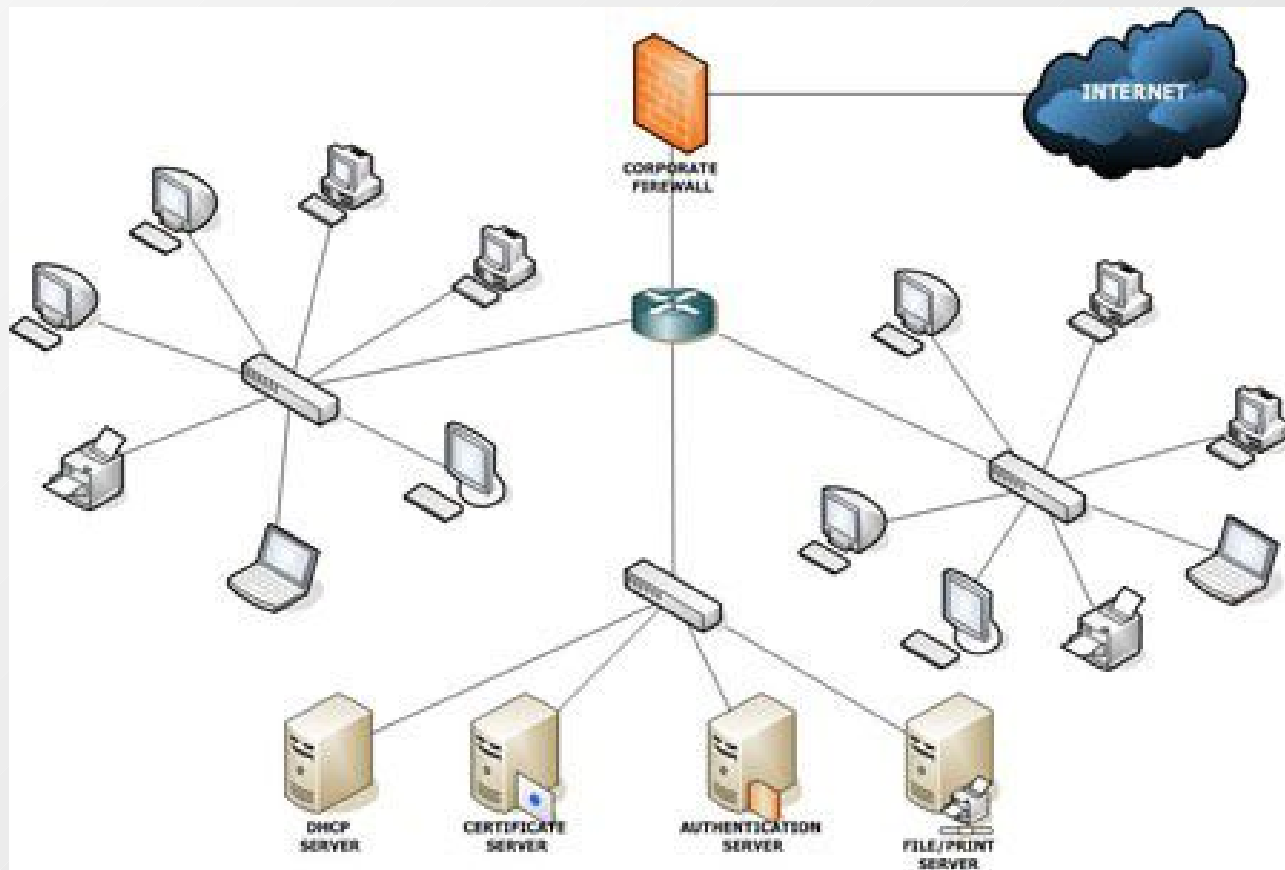
PRINCÍPIOS

Aplicações de LANs

- **Para computadores pessoais**
 - ♦ Baixo custo
 - ♦ Taxas de transmissão limitadas
- **Para conexão de redes**
 - ♦ Interconexão de sistemas maiores (grandes servidores e dispositivos de armazenamento)
 - ✓ *Altas taxas de transmissão*
 - ✓ *Interface de alta velocidade*
 - ✓ *Acesso distribuído*
 - ✓ *Distância limitada*
 - ✓ *Número limitado de dispositivos*

Aplicações de LANs

LAN para interconectar servidores e desktops



Aplicações de LAN

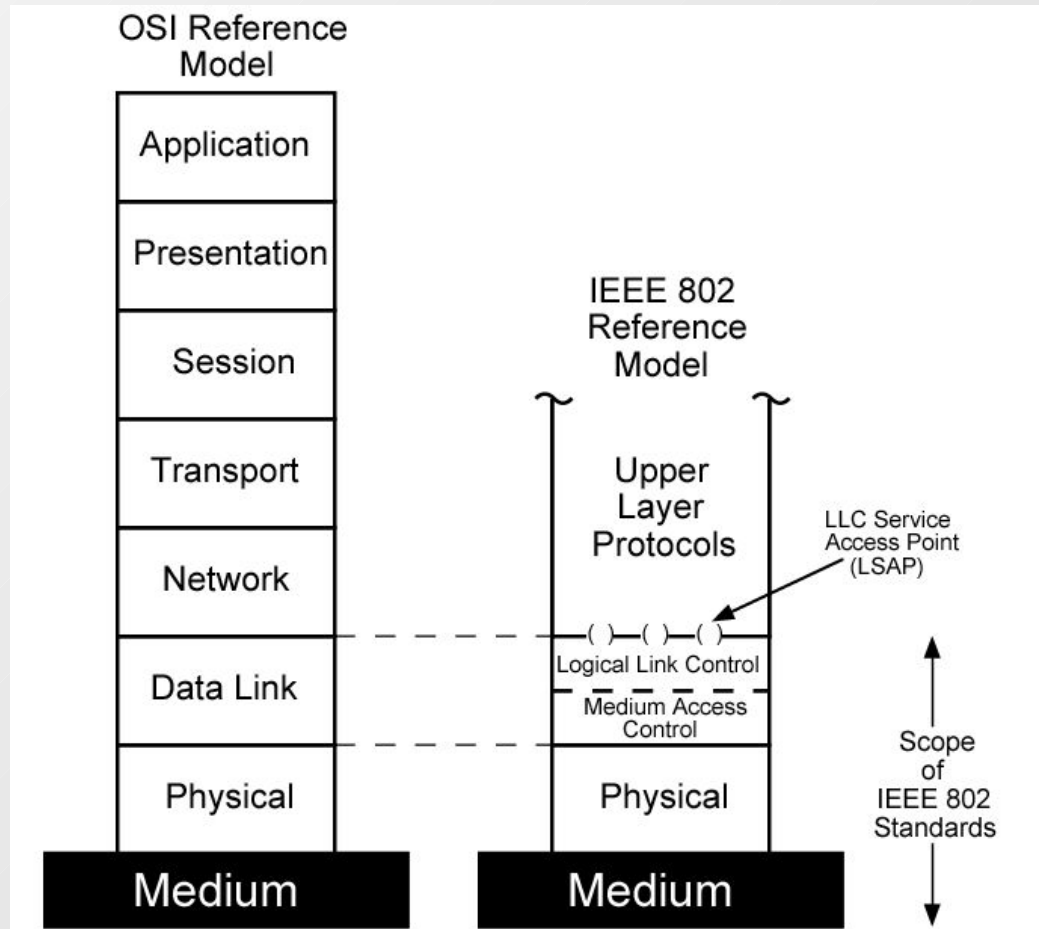
- ***Redes corporativas de alta velocidade***
 - ♦ Processamento de imagens em desktops
 - ♦ Armazenamento local de alta capacidade
- ***Backbone LANs***
 - ♦ Interconectar LANs de menor velocidade
 - ♦ Robustez
 - ♦ Capacidade
 - ♦ Custo

Características de LANs

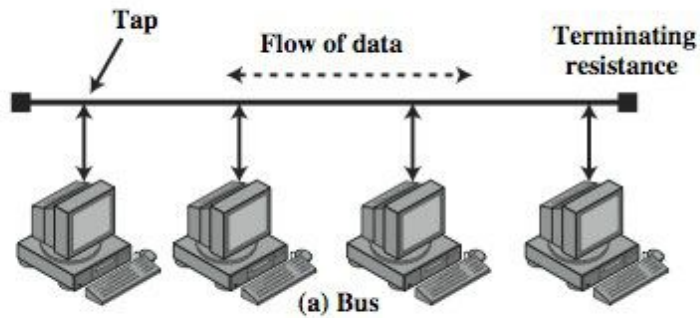
- ***Meio de transmissão compartilhado***
 - ♦ Estações se comunicam pelo mesmo meio de transmissão
 - ♦ Um quadro enviado por uma estação pode ser visto por todas demais estações
 - ♦ Necessita de controle de acesso ao meio (MAC)
- ***Diferentes topologias***
 - ♦ Barramento (bus), árvore, estrela e anel
- ***Regidas por padrões estabelecidos***
 - ♦ Diferentes taxas de dados, topologias, e meios de transmissão
 - ♦ Família de padrões IEEE 802
 - ♦ Escopo: camadas física e de enlace

Arquitecturas de LAN

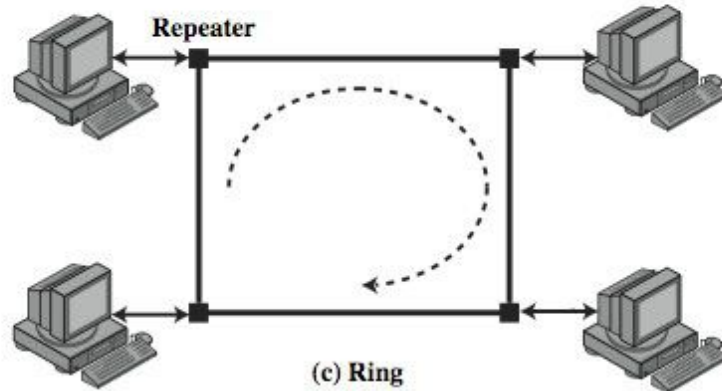
Tecnologías de enlace e camada física específicas



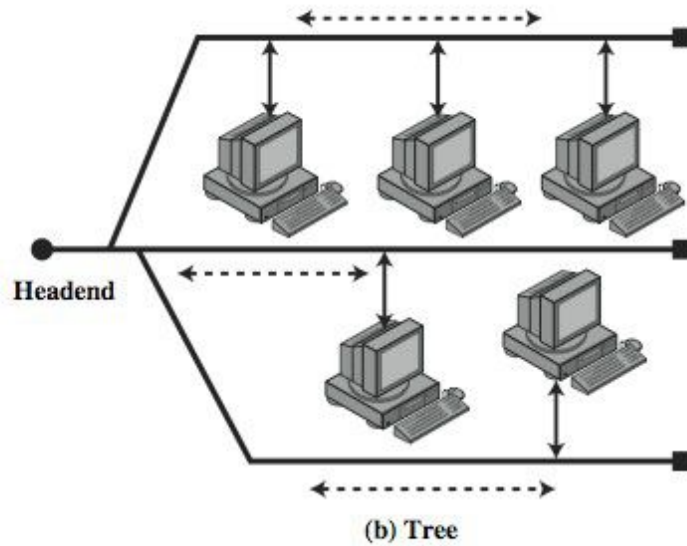
LAN: Topologias



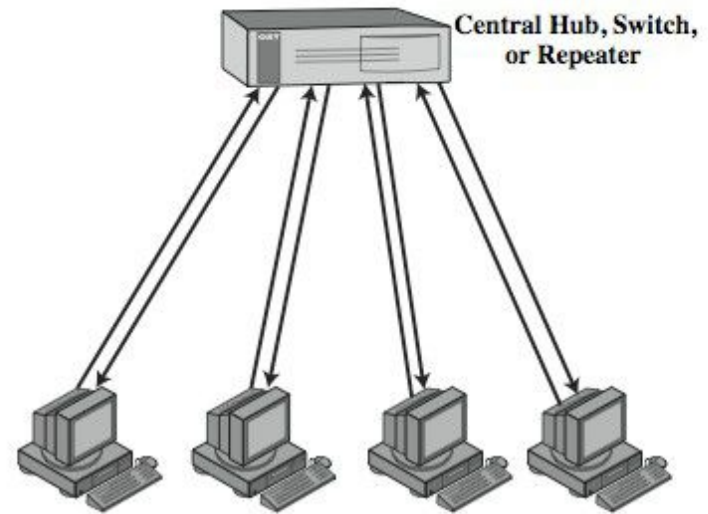
(a) Bus



(c) Ring

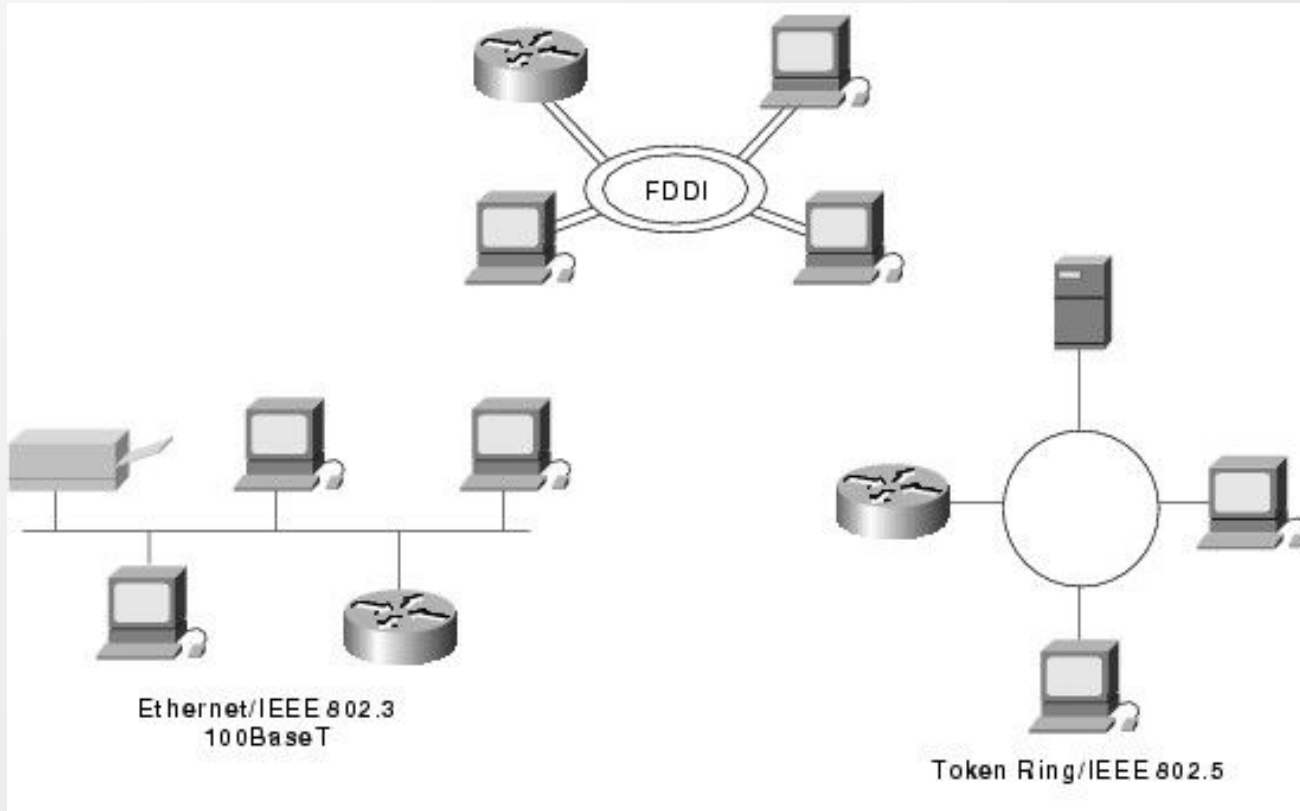


(b) Tree



(d) Star

LAN: Topologias



Barramento e árvore

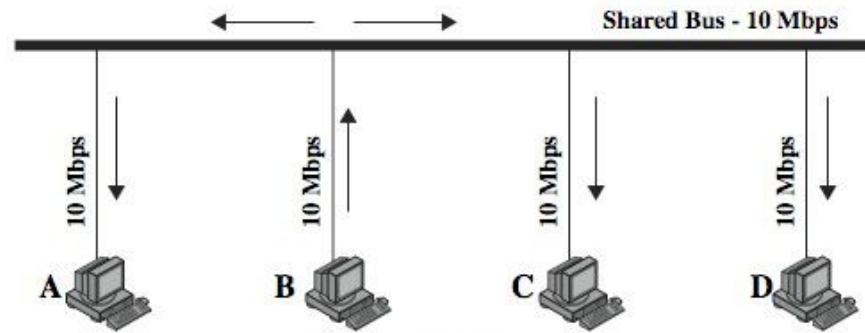
Estações conectadas ao mesmo meio de transmissão

- Transmissão se propaga por todo o meio
- Quadros escutados por todas as estações
 - ♦ Estação destino do quadro o copia
- Transmissões precisam ser controladas
 - ♦ Para evitar colisões e monopolização do meio
- Um terminador absorve quadros ao final do meio

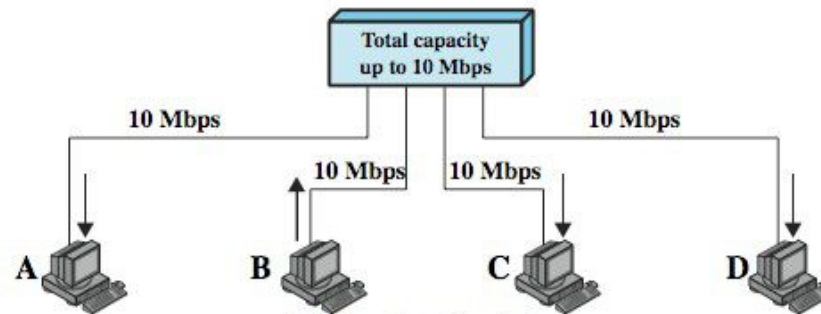
Topologia em árvore generaliza barramento

- Vários cabos interligados por algum dispositivo
- Quadros enviados por uma estação propagam por todos os cabos

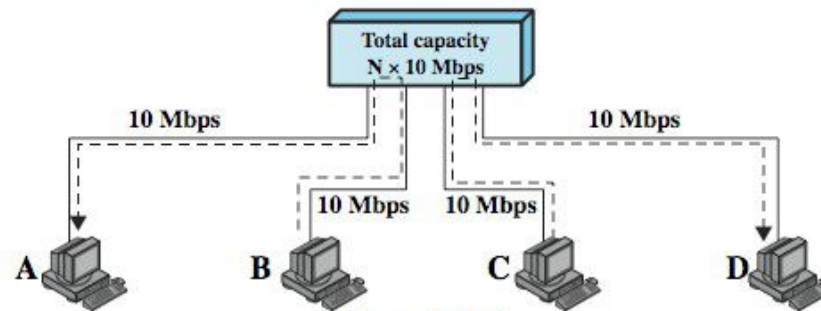
Topologias em Barramento



(a) Shared medium bus

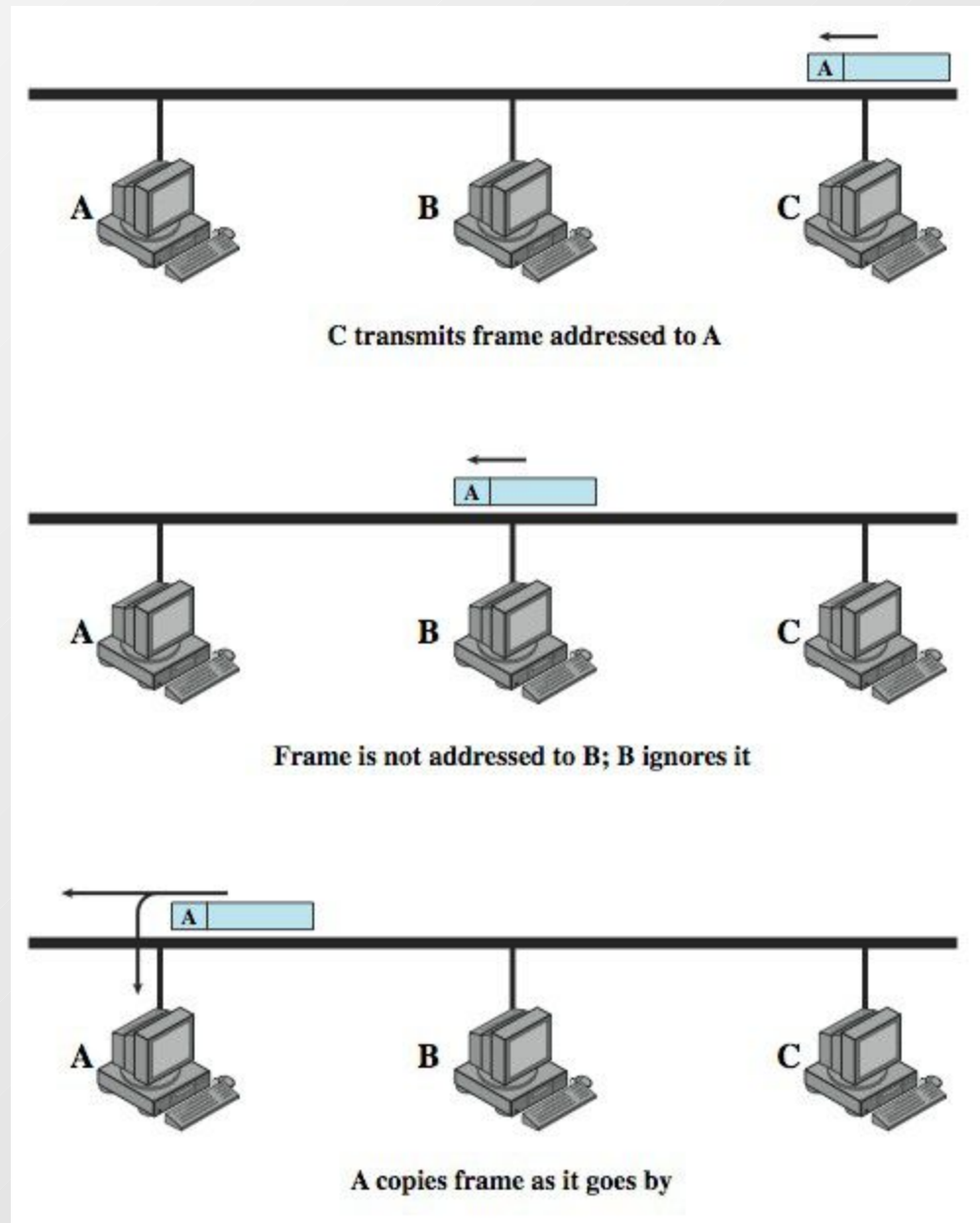


(b) Shared medium hub



(c) Layer 2 switch

Transmissão de quadros em LANs em barramento

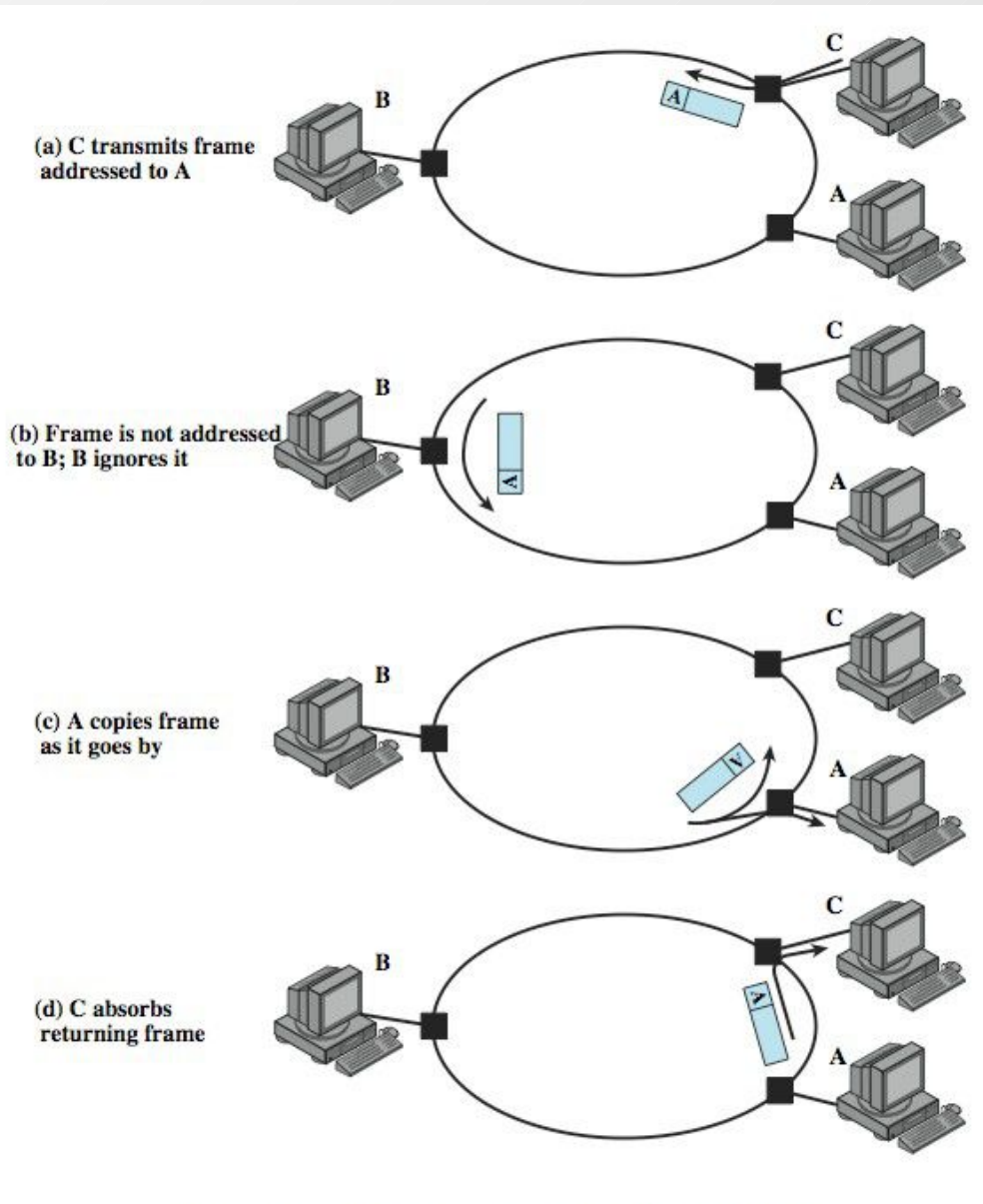


Topologia em anel

Um laço fechado de repetidores unidos por enlaces ponto-a-ponto

- *Recebe dados em um enlace e retransmite em outro*
 - ♦ Enlaces unidirecionais
 - ♦ Estações associadas a repetidores
- *Transmissão dos quadros*
 - ♦ Circulam por todas as estações
 - ♦ Estação destino reconhece endereço e copia o quadro
 - ♦ Quadro circula de volta à origem, que o retira do anel
 - ♦ Controle de acesso ao meio determina quando uma estação pode inserir um quadro

Transmissão de quadros em LAN em anel



Topologia em estrela

Cada estação se conecta a um equipamento central

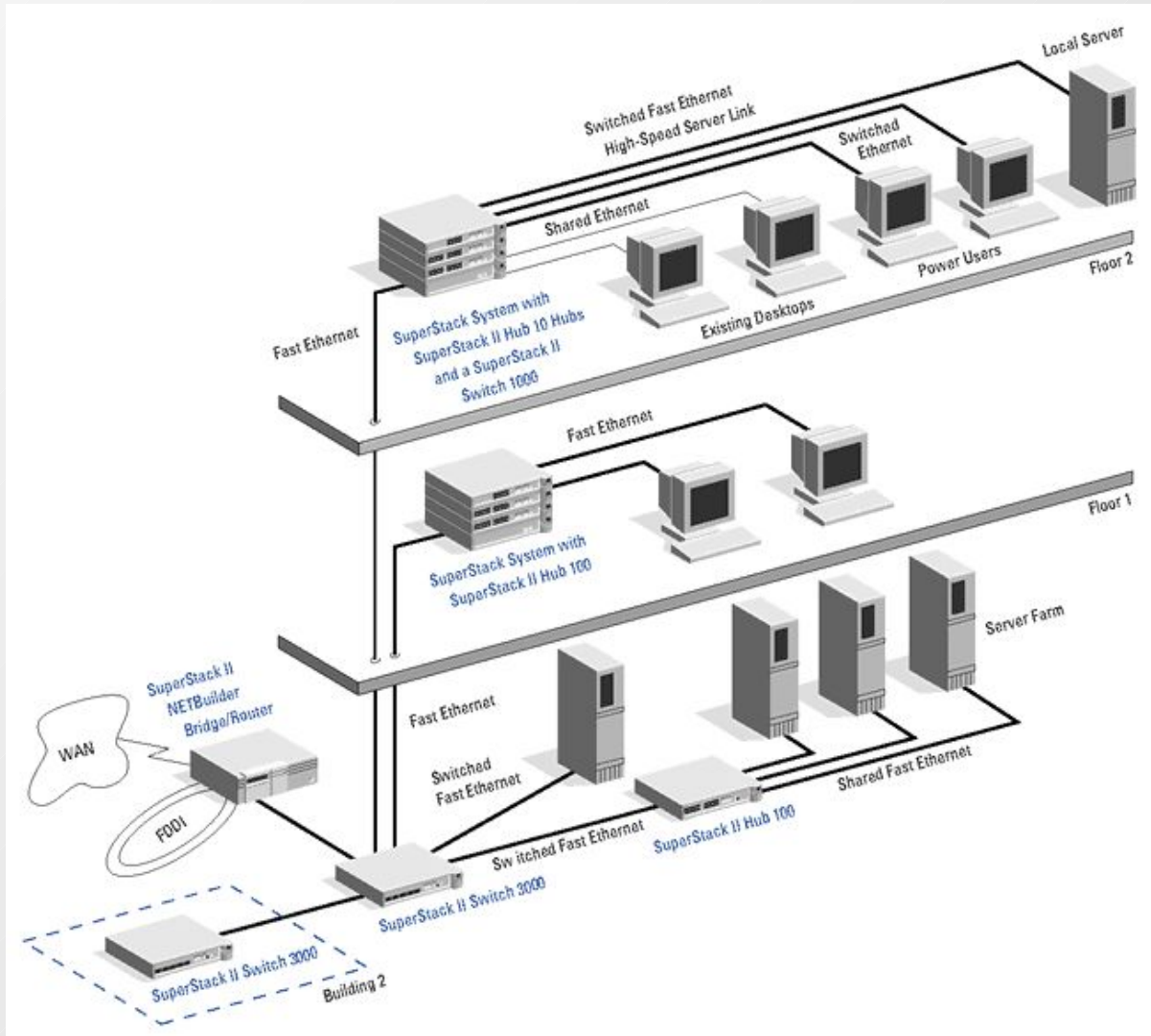
- *Equipamento central pode conectar em nível físico*
 - ♦ Topologia em estrela física, mas barramento lógico
 - ♦ Somente uma estação transmite de cada vez
 - ♦ Ex: antigos hubs em redes Ethernet ...

- *Ou equipamento central funciona como comutador de quadros (nível de enlace)*
 - ♦ Topologia em estrela física e lógica
 - ♦ Múltiplas estações podem transmitir simultaneamente

 - ♦ Ex: Ethernet comutada (uso de *switches*)

Topologia em estrela

Exemplo



Acesso ao meio (MAC)

Uso de meio compartilhado implica controle de acesso ao meio (protocolo MAC)

- Disciplina as transmissões das estações
- Transmissões interferentes causam colisões
- Protocolo MAC procura evitar e/ou tratar colisões

- ***Abordagens para acesso ao meio:***
 - ♦ *Acesso aleatório: CSMA/CD, CSMA/CA*
 - ♦ *Acesso ordenado: passagem de token, polling, reserva*

Acesso ao meio (MAC)

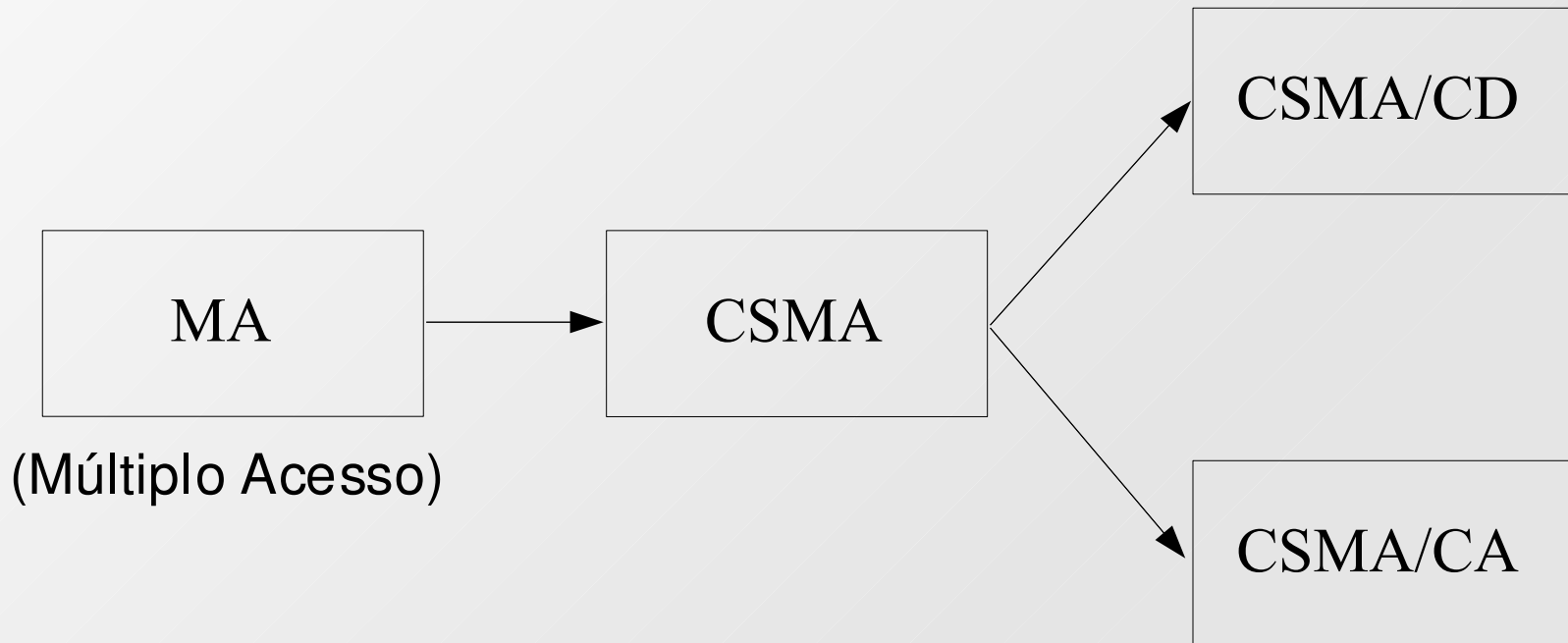
MACs para acesso aleatório

- Quando uma estação pode acessar o meio ?
- O que faz uma estação se o meio estiver ocupado ?
- Como uma estação determina o sucesso ou falha de uma transmissão ?
- O que faz uma estação se ocorrer uma colisão ?

Acesso ao meio (MAC)

MACs para acesso aleatório

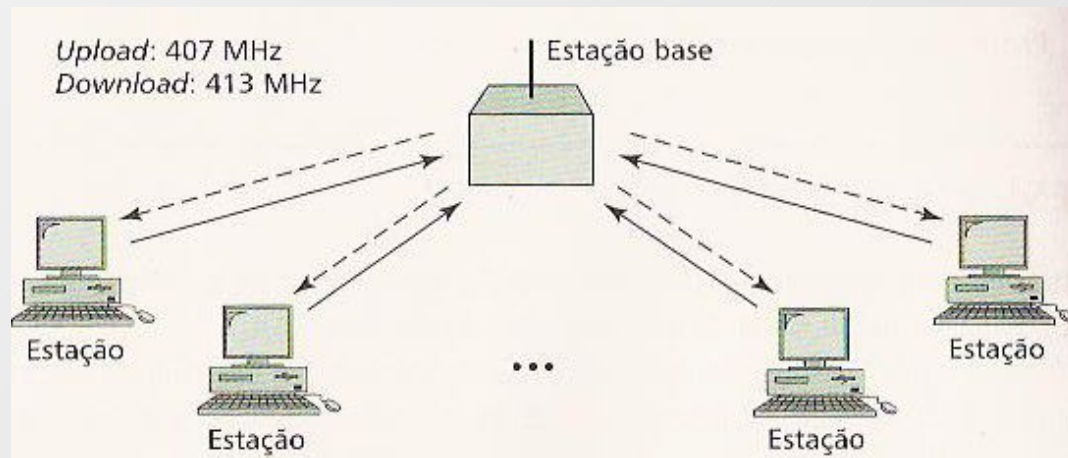
- Evolução dos MACs:



MACs para acesso aleatório

MA (*Multiple Access*)

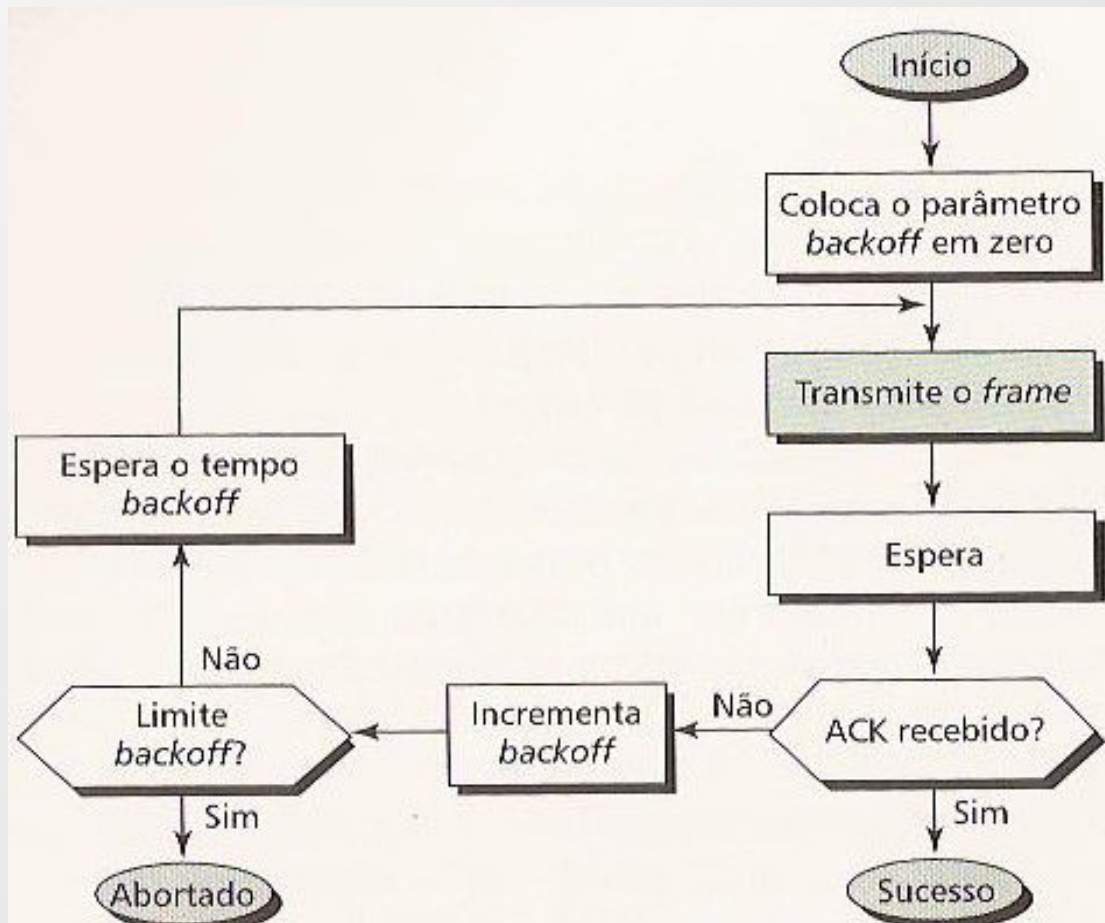
- Conhecido como **Aloha** e criado nos anos 1970
- Originalmente para redes por rádio a 9600 bps
- Estações podiam transmitir a qualquer momento
- Detecção de colisão via ausência de confirmação



MACs para acesso aleatório

MA (Multiple Access)

- Fluxograma do protocolo *Aloha*



MACs para acesso aleatório

MA (Multiple Access)

- Aproveitamento do meio:
 - ♦ Aloha puro: 18%
 - ♦ Aloha segmentado: 36%

G: tráfego oferecido
S: vazão (throughput)

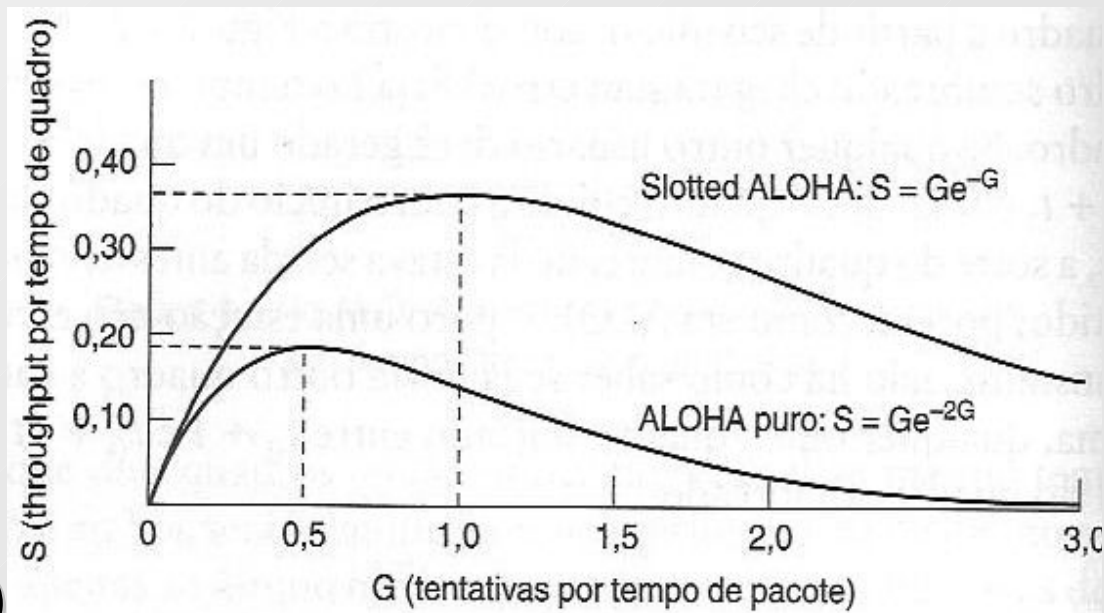


Figura 4.3 Throughput em comparação com o tráfego oferecido para sistemas ALOHA

MACs para acesso aleatório

MA (Multiple Access)

▪ **Problemas:**

- ♦ Não há de fato coordenação entre as estações
- ♦ Estações não tentam evitar colisões
- ♦ Colisões são detectadas indiretamente:
 - ✓ *Demora para a detecção*
 - ✓ *Transmissões ocupam o meio até o fim, mesmo estando com problema*

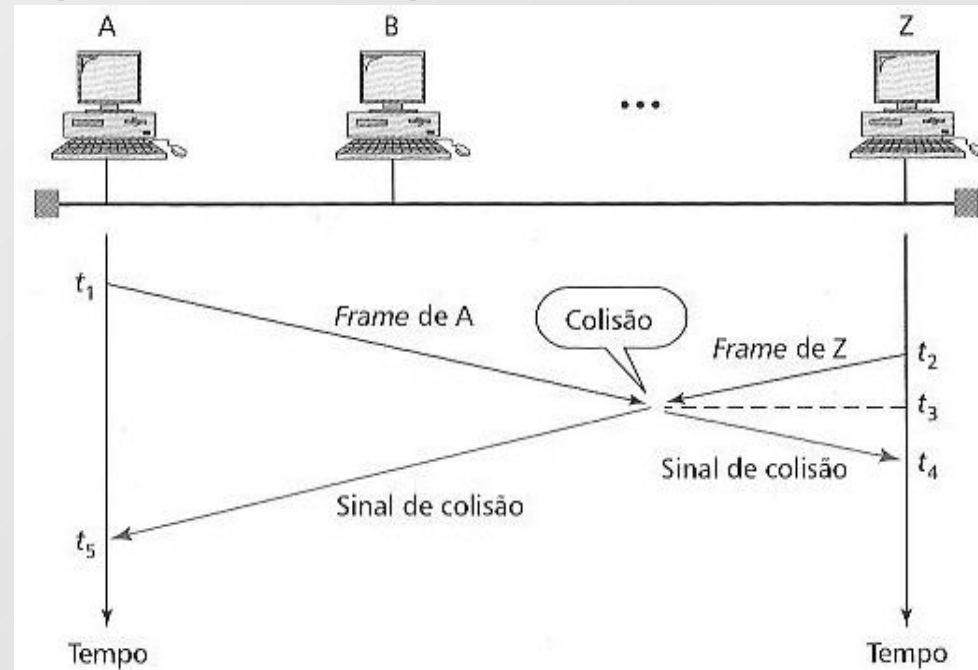
MACs para acesso aleatório

CSMA (*Carrier Sense Multiple Access*)

- *Detecção de portadora antes de transmitir*
 - ♦ Estações escutam o meio antes de transmitir
 - ♦ Existência de portadora faz com que estação atrase a transmissão por um tempo aleatório (*backoff*)

Ainda assim pode haver colisões:

- ✓ Atraso de propagação dos quadros no meio

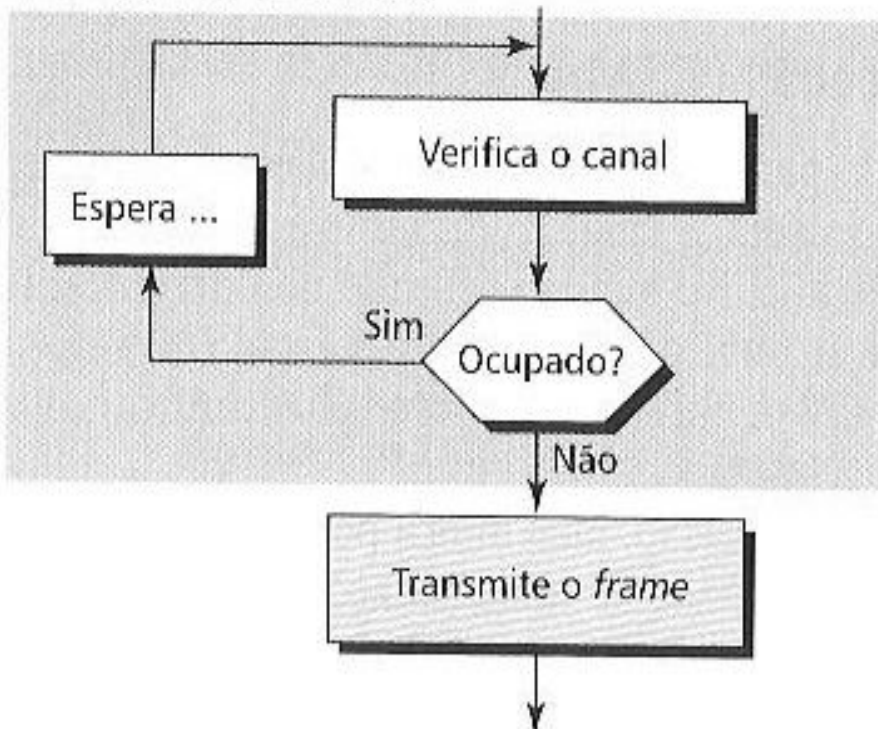


MACs para acesso aleatório

CSMA (Carrier Sense Multiple Access)

- *Estratégias de persistência: persistente ou não-persistente*

Estratégia não persistente



Estratégia persistente



MACs para acesso aleatório

CSMA (Carrier Sense Multiple Access)

- *Aproveitamento do meio*
 - ♦ *Probabilidades menores para persistência aproveitam melhor o meio ...*

... mas geram maiores atrasos de transmissão !

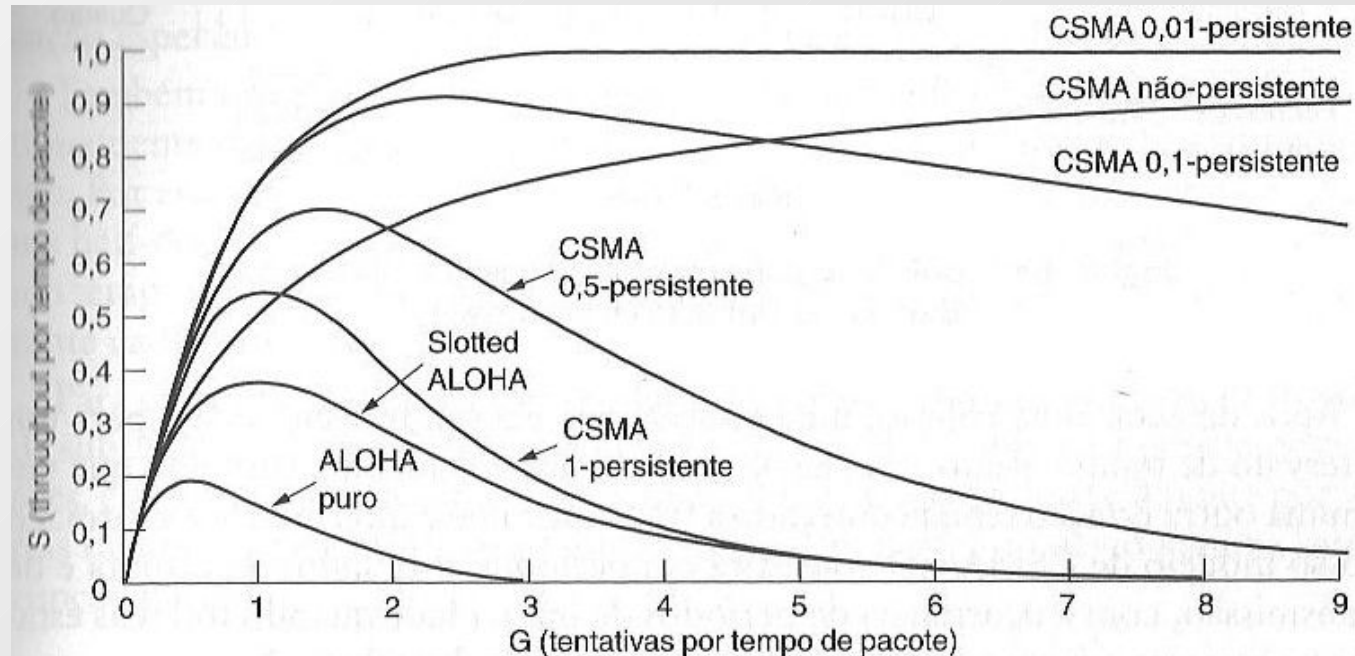


Figura 4.4 Comparação entre a utilização do canal e a carga de vários protocolos de acesso aleatório

MACs para acesso aleatório

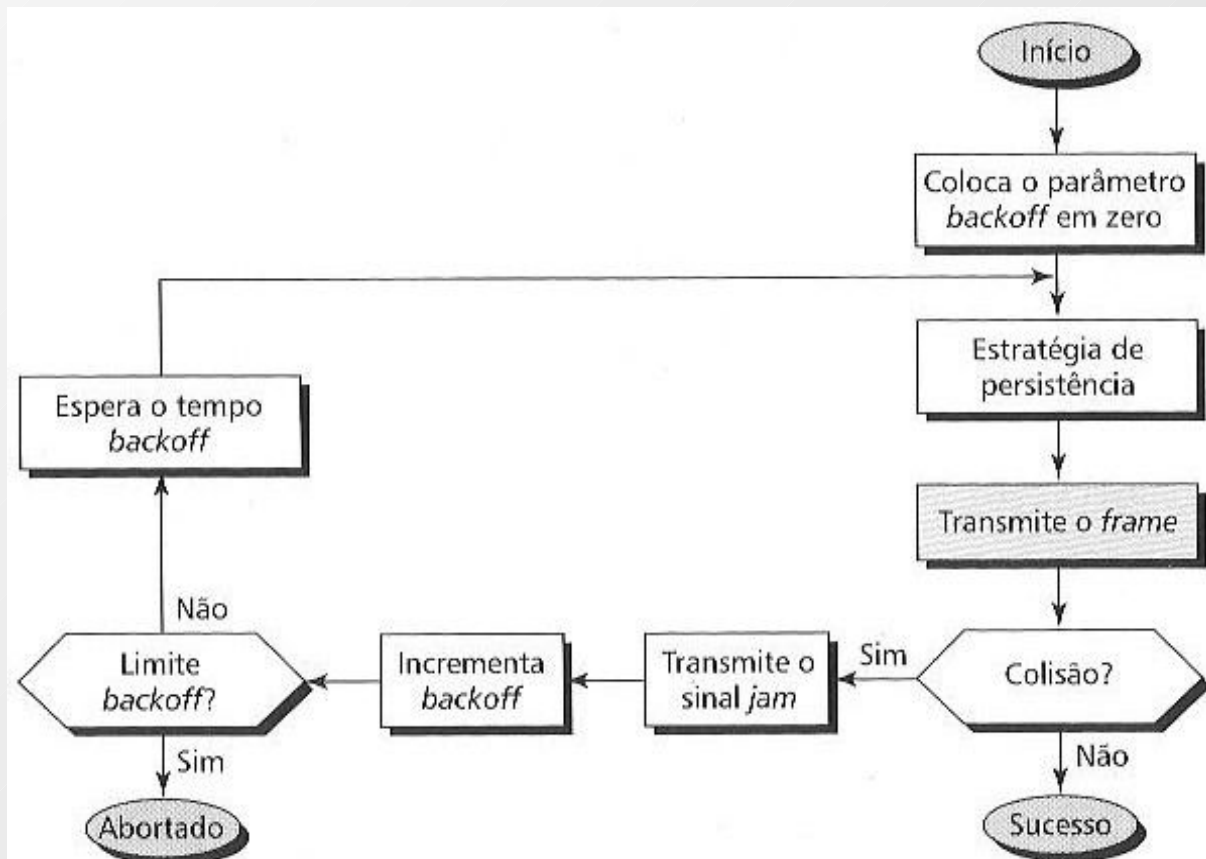
CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection)

- *Igual ao CSMA, porém estações continuam escutando o meio ao transmitirem*
- *Se o que é recebido difere do transmitido, então há uma colisão*
- *A detecção de colisão causa a interrupção da transmissão*
- *Ao se abortar a transmissão, economiza-se tempo de utilização do meio !*

MACs para acesso aleatório

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection)

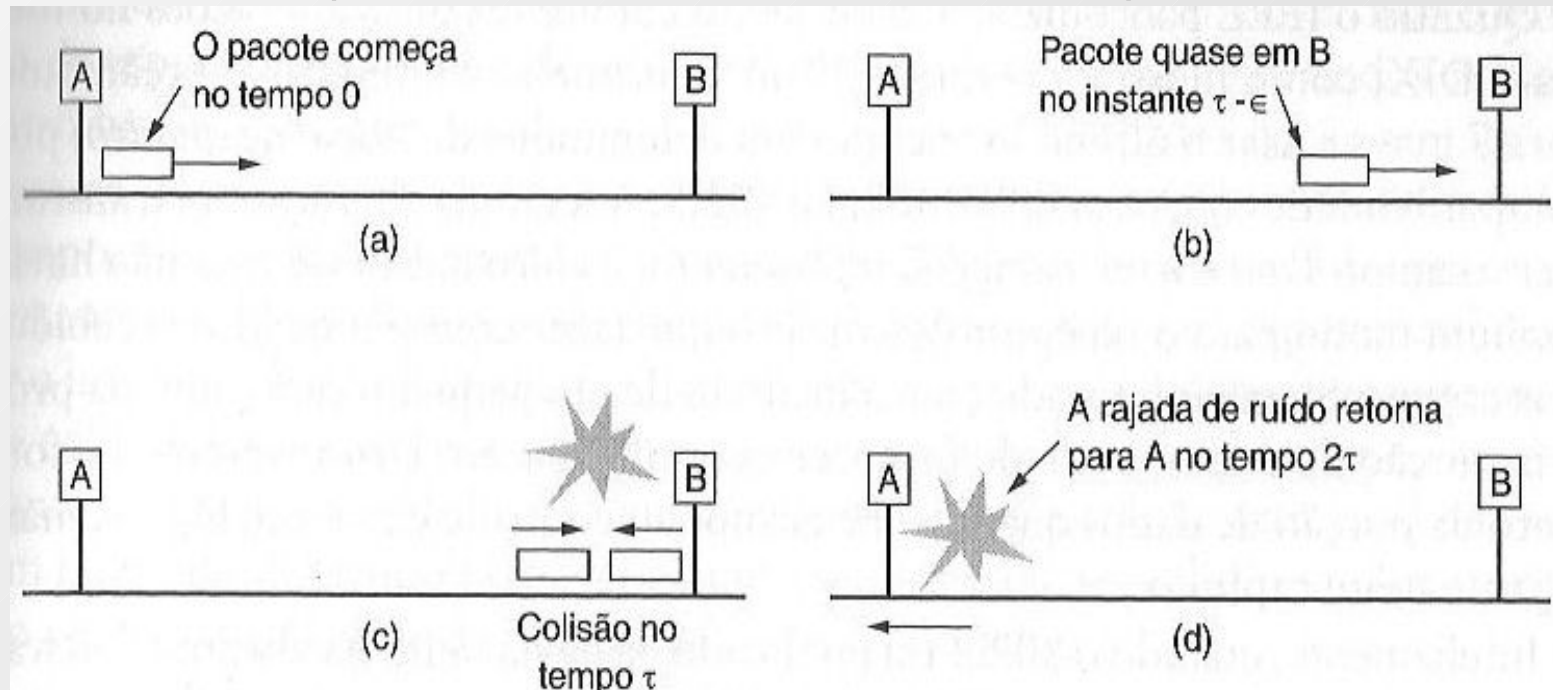
Fluxograma para o CSMA/CD



MACs para acesso aleatório

CSMA/CD

- *Atraso de propagação = τ*
- *Detecção de colisão pode levar até 2τ*
- *Quadro deve ocupar o meio por um tempo de no mínimo 2τ (chamado de **tempo de slot**)*



MACs para acesso aleatório

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection)

- *Eficiência no uso do canal:*
$$E = \frac{1}{1 + \frac{2BLE}{cF}}$$

B = largura de banda

L = distância máxima no meio de transmissão

F = tamanho do quadro

c = velocidade de propagação do sinal no meio

Obs: válida para cargas altas de transmissão, e probabilidade de retransmissão constante em cada slot

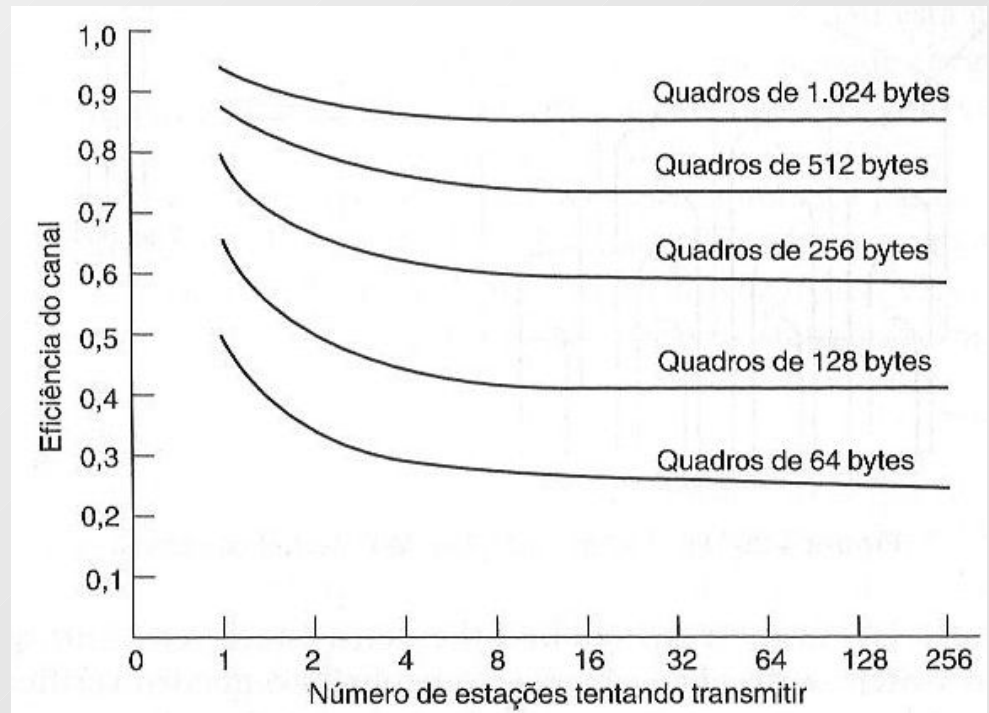
MACs para acesso aleatório

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection)

- *Desempenho aproximado*

Obs:

- ♦ *Taxa de 10 Mbps*
- ♦ *Tempo de slot de 512 bits*



MACs para acesso aleatório

Resumo:

- MACs para acesso aleatório funcionam bem com cargas baixas e médias de transmissão
- São ditos **MACs com contenção**: estações competem pelo uso do meio
- MACs de fácil implementação
- Muito usados em redes locais: todas variações de Ethernet usam CSMA/CD